



(12) Ausschließungspatent

(19) DD (11) 244 400 A5

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1 Patentgesetz

4(51) F 17 D 1/20

AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) AP F 17 D / 284 054 5

(22) 10.12.85

(44) 01.04.87

(71) siehe (73)

(72) Dezsö, György, Dr. Dipl.-Ing.; Farkas, Mátyás, Dipl.-Ing.; Lakatos, Tibor, Dipl.-Math.; Kigyós, Zsuzsanna, HU

(73) Energiagazdálkodási Intézet, Budapest 11, Postafiók 15, HU

(54) Anordnung zur Dämpfung von Schwingungen in geschlossenen Flüssigkeitsfördersystemen

(57) Die Erfindung bezieht sich auf die Dämpfung der durch eine Betriebsstörung ausgelösten Schwingungen in geschlossenen Flüssigkeitskreisläufen, insbesondere in Fernwärmeversorgungsanlagen, die mit Umwälzpumpen ausgestattet sind. Durch die Erfindung können der Ablauf der Schwingungen und die daraus resultierenden schädlichen Druckverhältnisse mit relativ einfachen Mitteln im voraus beeinflusst und dadurch hohe Kosten für den Bau und den Betrieb der eingangs genannten Anlagen eingespart werden. Das Wesen der Erfindung besteht darin, daß mindestens ein, die Schwingungen aufnehmender Dämpfungsbehälter 10; 11 über ein Rückschlagventil 12; 13 an das Fördersystem angeschlossen und in den Dämpfungsbehälter 10; 11 ein Vorspanndruck vorhanden ist, der vom Betriebsdruck des Anschlußpunktes 1; 4 abweicht. Fig. 3

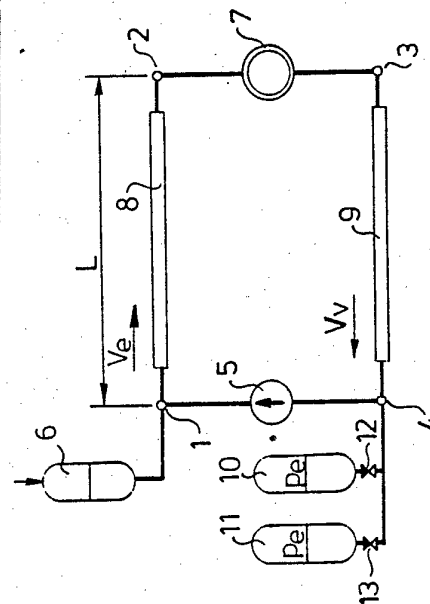


Fig. 3

Patentanspruch:

1. Anordnung zur Dämpfung von Schwingungen in geschlossenen Flüssigkeitsfördersystemen, die mit einer Umwälzpumpe arbeiten und an mindestens einer Stelle des Flüssigkeitskreislaufes der Druck in vorbestimmten Grenzen gehalten wird, **dadurch gekennzeichnet**, daß mindestens ein, die Schwingungen aufnehmender Dämpfungsbehälter (10; 11) über ein Rückschlagventil (12; 13) an dem Fördersystem angeschlossen und in dem Dämpfungsbehälter (10; 11) ein Vorspanndruck vorhanden ist, der vom Betriebsdruck des Anschlußpunktes abweicht.
2. Anordnung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß mehrere in Reihe geschaltete Dämpfungsbehälter (10; 11) angeordnet sind und der Vorspanndruck desto größer oder kleiner eingestellt ist, je weiter entfernt der Dämpfungsbehälter (10; 11) vom Anschlußpunkt liegt.
3. Anordnung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Dämpfungsbehälter (10; 11) in Strömungsrichtung gesehen vor der Umwälzpumpe (5) eingeschaltet sind und die Rückschlagventile (12; 13) einen Flüssigkeitszufluß in die Dämpfungsbehälter (10; 11) zulassen, wobei die Vorspanndrucke höher sind, als der Betriebsdruck des Anschlußpunktes (4).
4. Anordnung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Dämpfungsbehälter (10; 11) in Strömungsrichtung gesehen nach der Umwälzpumpe (5) eingeschaltet sind und die Rückschlagventile einen Flüssigkeitsausfluß aus den Dämpfungsbehältern ermöglichen, wobei die Vorspanndrucke kleiner sind, als der Betriebsdruck des Anschlußpunktes.
5. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Dämpfungsbehälter (10; 11) mit Mitteln zur Wiedereinstellung der Ausgangsparameter nach einer Störung in dem Fördersystem versehen sind.
6. Anordnung nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Mittel automatisch betriebene Mittel sind.

Hierzu 2 Seiten Zeichnungen

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung bezieht sich auf eine Anordnung zur Dämpfung der insbesondere bei Betriebsstörungen auftretenden Schwingungen in geschlossenen Flüssigkeitsfördersystemen, die mit einer Umwälzpumpe arbeiten, während der Druck mindestens an einem Punkt des Systems in vorbestimmten Grenzen gehalten wird.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Ein typisches Beispiel für die oben erwähnten Flüssigkeitsfördersysteme sind die Fernwärmeversorgungsanlagen, in denen das Warmwasser von einem Heizwerk über lange Rohrleitungen von manchmal mehr als 100 km zu den Verbrauchern geleitet wird. In derartigen Kreisläufen mit großem Wasservolumen bereiten die durch Betriebsstörungen im System entstehenden hydraulischen transienten Erscheinungen und die daraus resultierenden Druckwellen große Probleme in der Projektierung der Realisierung und im Betrieb dieser Anlagen. Es hat sich herausgestellt, daß diese Schwingungen und die sich daraus entwickelnden Druckwelle ein Flüssigkeitssystem vollständig zerstören können.

Wie später noch eingehender erläutert, entstehen die transienten Erscheinungen in den meisten Fällen beim Ausfall der Umwälzpumpe, was durch einen technischen Fehler der Pumpe oder aber auch durch den Ausfall der Spannungsversorgung ausgelöst werden kann. Dabei entstehen erhebliche Druckwellen, die das System durchlaufen und sich an irgendeinem Punkt des Systems reflektieren. Die bis zum Eintreffen der reflektierten Druckwelle vergehende Zeit wird Hauptzeit genannt. Diese Hauptzeit ist für ein gegebenes System charakteristisch. Bei größeren Systemen kann diese Hauptzeit z. B. 8 bis 10 s betragen. Zur Vermeidung der oben erwähnten Gefahren werden in bekannten Systemen Windkessel eingesetzt, die nach der Umwälzpumpe eingebaut werden und aus denen der beim Ausfall der Pumpe entstehende Wassermangel nachgefüllt werden kann. Diese Lösung ist aber nur für nicht geschlossene Systeme, in denen das Wasser nicht in einem geschlossenen Kreislauf zirkuliert, mit Erfolg anwendbar. Außerdem ist die Nachfüllfähigkeit des Windkessels durch sein Volumen begrenzt. Nach dem vorbekannten Stand der Technik können die durch die transienten Erscheinungen in einem geschlossenen Kreislauf ausgelösten Gefahren nur durch eine Überdimensionierung des Systems mit Sicherheit beseitigt werden. Dementsprechend wurde bei der Dimensionierung solcher Systeme von einem Druck ausgegangen, der mindestens um die Hälfte höher ist, als der Betriebsdruck. Es ist offensichtlich, welche Mehrkosten durch diese Überdimensionierung beim Bau, im Betrieb und in der Instandhaltung entstanden.

Ziel der Erfindung

Ziel der Erfindung ist die Vermeidung dieser Mehraufwendungen.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Anordnung zur Dämpfung von Schwingungen in geschlossenen Wasserkreisläufen zu schaffen, mit der die Gefahr der Zerstörung des Fördersystems ohne Überdimensionierung eliminiert werden kann.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe dadurch gelöst, daß in den geschlossenen Flüssigkeitskreislauf mindestens ein, die Schwingungen aufnehmender Dämpfungsbehälter über ein Rückschlagventil eingeschaltet ist, wobei im Dämpfungsbehälter ein Vorspanndruck vorhanden ist, der vom Druck des Anschlußpunktes des Dämpfungsbehälters abweicht.

Im Sinne der Erfindung ist es vorteilhaft, wenn mehrere Dämpfungsbehälter vorgesehen sind, wobei die in den einzelnen Dämpfungsbehältern eingestellten Vorspanndrucke voneinander abweichen. Der Vorspanndruck kann desto größer oder kleiner

sein, je weiter entfernt der Dämpfungsbehälter vom Anschlußpunkt des Systems angeordnet ist. Durch die Bestimmung der Vorspanndrücke kann der Ablauf der Schwingungen in dem System im voraus beeinflußt werden.

In einer ebenfalls vorteilhaften Ausführung der erfindungsgemäßen Anordnung sind die Dämpfungsbehälter — in Strömungsrichtung gesehen — vor der Umwälzpumpe eingefügt, wobei die Rückschlagventile einen Flüssigkeitseinlaß in die Behälter ermöglichen und die Vorspanndrücke größer sind, als der Betriebsdruck im Anschlußpunkt der Behälter. In einer anderen vorteilhaften Anordnung sind die Dämpfungsbehälter nach der Umwälzpumpe angeordnet, wobei die Rückschlagventile einen Flüssigkeitsauslaß aus den Behältern ermöglichen und die Vorspanndrücke kleiner sind, als der Betriebsdruck im Anschlußpunkt.

Es ist vorteilhaft, wenn die Dämpfungsbehälter mit Mitteln zur Zurückstellung der im Ausgangszustand eingestellten Parameter versehen sind. Diese Zurückstellung kann automatisch oder von Hand erfolgen. Zu diesen Mitteln gehören geeignete Verschleißorgane, sowie Flüssigkeits- und Druckluftein- und -ausgänge.

Ausführungsbeispiel

Die Erfindung wird nachstehend an einem Ausführungsbeispiel näher erläutert. In den dazugehörigen Zeichnungen zeigen:

Fig. 1: die schematische Darstellung eines an sich bekannten geschlossenen Flüssigkeitskreislaufes für ein Fernwärmeversorgungssystem,

Fig. 2: den Druckablauf in den Eckpunkten des in Fig. 1 gezeigten Systems bei einer Betriebsstörung,

Fig. 3: das Blockschema eines nach der Erfindung aufgebauten Fernwärmeversorgungssystem,

Fig. 4: den Druckablauf in der Anlage gemäß Fig. 3 im Falle einer Betriebsstörung.

In dem Fernwärmeversorgungssystem gemäß Fig. 1 ist der Druck im Punkt 1 annähernd konstant bzw. wird mindestens in bestimmten Grenzen gehalten. Zwischen den Punkten 1 und 2 des Systems ist eine Vorlaufleitung 8 angeordnet, die auf Grund ihrer großen Länge als federnd angenommen werden kann. Ein Verbraucher 7 ist zwischen den Punkten 2 und 3 eingeschaltet. Zwischen den Punkten 3 und 4 ist eine Rücklaufleitung 9 vorgesehen, die ebenfalls flexibel ist. Eine Umwälzpumpe 5 ist zwischen den Punkten 4 und 1 eingefügt. Der ständige Druck im Punkt 1 wird durch einen Druckluftkessel 6 gesichert.

In diesem System wird beim Ausfall der Umwälzpumpe 5 die beförderte Wassermenge mit dem Abklingen der Drehzahl der Umwälzpumpe 5 immer kleiner. Um den ständigen Druck im Punkt 1 aufrechterhalten zu können, wird im Punkt 1 aus dem Druckkessel 6 Wasser eingelassen, um die sich vermindernde Menge der Wasserbeförderung zu kompensieren. Dadurch ändern sich der Volumenstrom und der Druck in der Vorlaufleitung 8 praktisch nicht, währenddessen in der Rücklaufleitung 9 zunächst zwischen dem Auslauf der Umwälzpumpe 5 und den Punkt 4, und dann mit Schallgeschwindigkeit auch in der Rücklaufleitung 9 in Richtung des Verbrauchers 7 der Volumenstrom kleiner und folglich der Druck größer werden. Die sich mit Schallgeschwindigkeit ausbreitenden Wirkungen werden im Punkt 1 mit ständigem Druck reflektiert und in Form eines Druckabfalls in Richtung des Verbrauchers 7, bzw. über den Verbraucher 7 zum Punkt 4 geleitet. Da hier kein Mittel zur stufenweisen Verzögerung der Wassersäule mit großer Bewegungsenergie vorhanden ist, liegen die hierdurch ausgelösten Druckspitzen in unzulässigen Grenzen. Mit Hilfe der Erfindung soll eine Verzögerung der Verbreitung der transienten Wirkung erreicht und so die Druckspitzen in vertretbaren Grenzen gehalten werden.

Wie aus Fig. 2 hervorgeht, steigt im Falle einer Betriebsstörung der ständige Druck im Punkt 2 von ca. 8,5 bar auf ca. 16 bar und der Druck von ca. 6,6 bar im Punkt 3 auf ca. 14,5 bar. Der Druck im Punkt 1 ist innerhalb dieses Zeitraumes durch das aus dem Druckkessel 6 zugeführte Wasservolumen konstant geblieben.

Gemäß der Erfindung ist das Fernwärmeversorgungssystem nach Fig. 3 durch zwei Dämpfungsbehälter 10 und 11 ergänzt worden. Die Dämpfungsbehälter sind durch Rückschlagventile 12 und 13 im Punkt 4 am System angeschlossen. Da die Dämpfungsbehälter 10; 11 vor der Umwälzpumpe 5 liegen, sind im Sinne der Erfindung die Vorspanndrücke in den Behältern größer als der Betriebsdruck im Punkt 4. Außerdem ist der Vorspanndruck im Dämpfungsbehälter größer als im Behälter 10. Die in Serie geschalteten Dämpfungsbehälter 10 und 11 sind über solche Rückschlagventile 12; 13 an das System angeschlossen, die einen Einlaß der Flüssigkeit in die Behälter 10 und 11 ermöglichen, jedoch einen Rückfluß verhindern.

Wenn z. B. ein Ausfall der Umwälzpumpe 5 wie in dem Beispiel von Fig. 1 auftritt, werden die dadurch entstehenden hydraulischen Druckwellen mit Hilfe der Dämpfungsbehälter 10; 11 absorbiert, so daß die Druckspitzen in zulässigen Grenzen bleiben. Wird der Druck in der Rücklaufleitung größer als der Vorspanndruck im Behälter 10, dann strömt die Flüssigkeit nicht weiter in Richtung Umwälzpumpe 5, sondern fließt über das Rückschlagventil 12 in den Dämpfungsbehälter 10, bis sein Innendruck P_0 größer wird als der Vorspanndruck im Dämpfungsbehälter 11. In diesem Augenblick fließt auch die Flüssigkeit über das Rückschlagventil 13 in den Dämpfungsbehälter 11, wodurch die Druckwelle jetzt von beiden Dämpfungsbehältern 10; 11 aufgenommen wird.

Das Druckdiagramm in Fig. 4 veranschaulicht diesen Vorgang. In diesem Beispiel beträgt der ständige Betriebsdruck des Flüssigkeitskreislaufes ca. 12 bar, der Vorspanndruck des Dämpfungsbehälters 10 ist auf 5 bar und der des Dämpfungsbehälters 11 auf 7 bar eingestellt. Der Betriebsdruck im Punkt 4 beträgt 3 bar. Die Vorspanndrücke in den Dämpfungsbehältern 10; 11 sind also höher, als der Betriebsdruck des Anschlußpunktes 4. Nach Auftreten einer Störung steigt der Druck im Punkt 4 steil an, bis nach ca. 1,5 s der Vorspanndruck von 5 bar des Dämpfungsbehälters 10 erreicht ist. Die Geschwindigkeit der Druckwelle wird danach abrupt kleiner. Der Vorspanndruck vom Dämpfungsbehälter 11 (7 bar) wird nach ca. 12 s erreicht. Danach steigt der Druck im Punkt 4 langsam bis zum ständigen Betriebsdruck von 12 bar an, der mit ca. 0,2 bar überschritten wird. Es ist klar zu erkennen, daß keine Schwingungen und extremen Druckspitzen auftreten. Die Drücke in den Punkten 2 und 3 werden mit weniger als 1 bar gegenüber dem ständigen Betriebsdruck überschritten.

Wie bereits dargelegt, wird im vorliegenden Ausführungsbeispiel der Druck im Punkt 1 konstant gehalten, was in der Praxis als Druckhaltung im oberen Punkt bezeichnet wird. Wenn es sich aber um eine Druckhaltung im unteren Punkt handelt, werden die Dämpfungsbehälter an der Druckseite der Umwälzpumpe 5, im Punkt 1, angeschlossen. In diesem Fall tritt bei einer Störung ein Druckabfall im Punkt 1 ein, dessen Entstehung und Fortbewegungsgeschwindigkeit durch die Dämpfungsbehälter verzögert werden soll. Zu diesem Zweck werden die Rückschlagventile zwischen dem Punkt 1 und den in Serie geschalteten

Dämpfungsbehältern in umkehrter Anordnung eingebaut, so daß die gespeicherte Flüssigkeit aus den Behältern ausfließen kann. Wenn also der Druck im Punkt 1 kleiner wird als der Vorspanndruck in dem zum Punkt 1 näher liegenden Dämpfungsbehälter, beginnt das Ausströmen der Flüssigkeit. Wenn der Druckabfall im Punkt 1 auch den Vorspanndruck des zweiten Dämpfungsbehälters, der kleiner ist als der Vorspanndruck des ersten Behälters, erreicht, fließt die Flüssigkeit auch aus dem zweiten Dämpfungsbehälter aus. Der Druck des Luftpolsters in den Behältern wird immer kleiner und verzögert die Ausbreitungsgeschwindigkeit der Druckwelle, so daß die oben geschilderte Dämpfungswirkung eintritt. Die Anzahl der Dämpfungsbehälter 10; 11 wird von den Besonderheiten des jeweiligen Fördersystems bestimmt. In den gezeigten Beispielen reichten zwei Dämpfungsbehälter 10; 11 aus, um die entstandenen Stoßwellen zu absorbieren. Jedoch können noch weitere Dämpfungsbehälter in Serie nacheinander angeordnet werden, wenn es notwendig erscheint. Im Sinne der Erfindung kann auch dafür Sorge getragen werden, daß die Ausgangsparameter der Dämpfungsbehälter 10; 11 nach einer abgelaufenen Störung, d. h. nach ihrem Wirksamwerden, wieder eingestellt werden. Dazu sind die Vorspanndrucke und die Wasserpegel in den Dämpfungsbehältern 10; 11 neu einzustellen. Zu diesem Zweck sind Wasseranschlüsse, Druckluftanschlüsse, Bypass-Anschlüsse zum Kreislaufsystem und geeignete Verschlußorgane vorzusehen. Diese Mittel können auch automatisch angetrieben werden, wobei dann die Neueinstellung der Betriebsparameter nach der Störung automatisch erfolgt. Der Entwurf und die Anordnung solcher Mittel sind an sich bekannte Maßnahmen, auf die daher nicht weiter eingegangen wird.

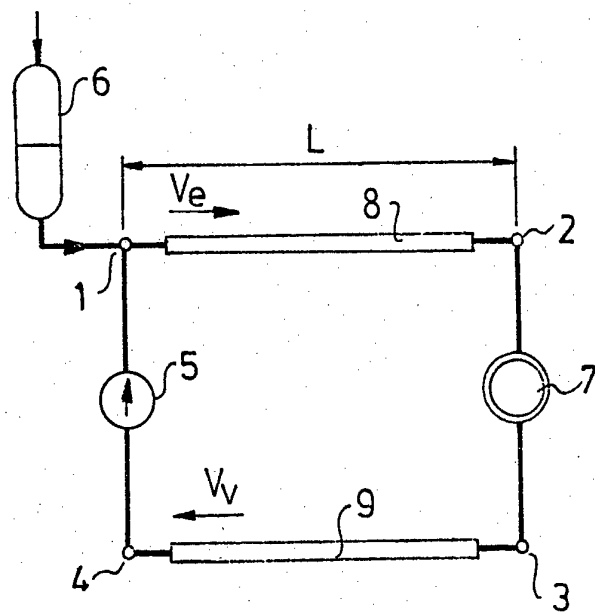


Fig.1

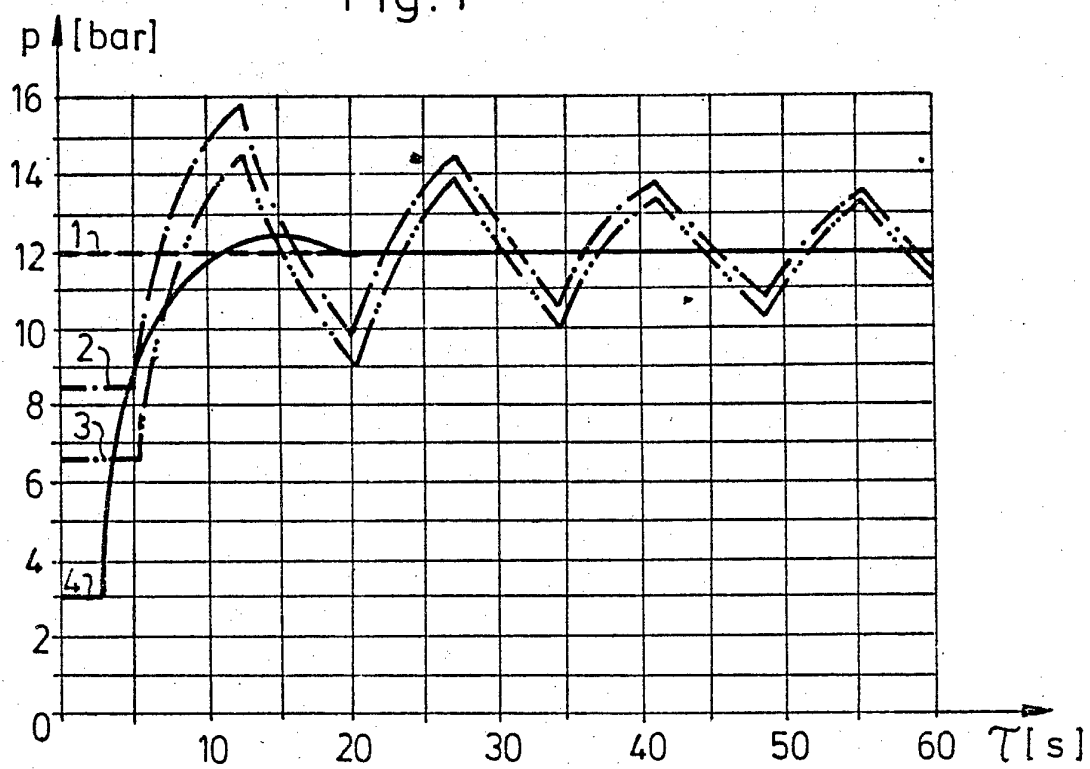


Fig.2

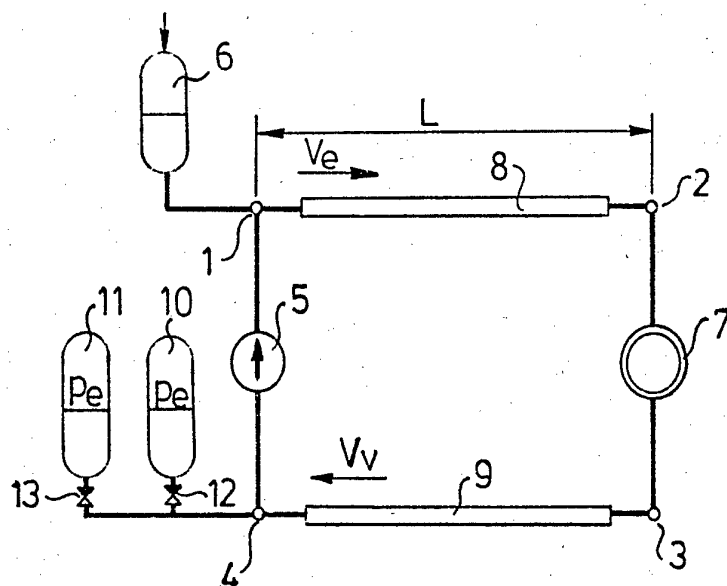


Fig. 3

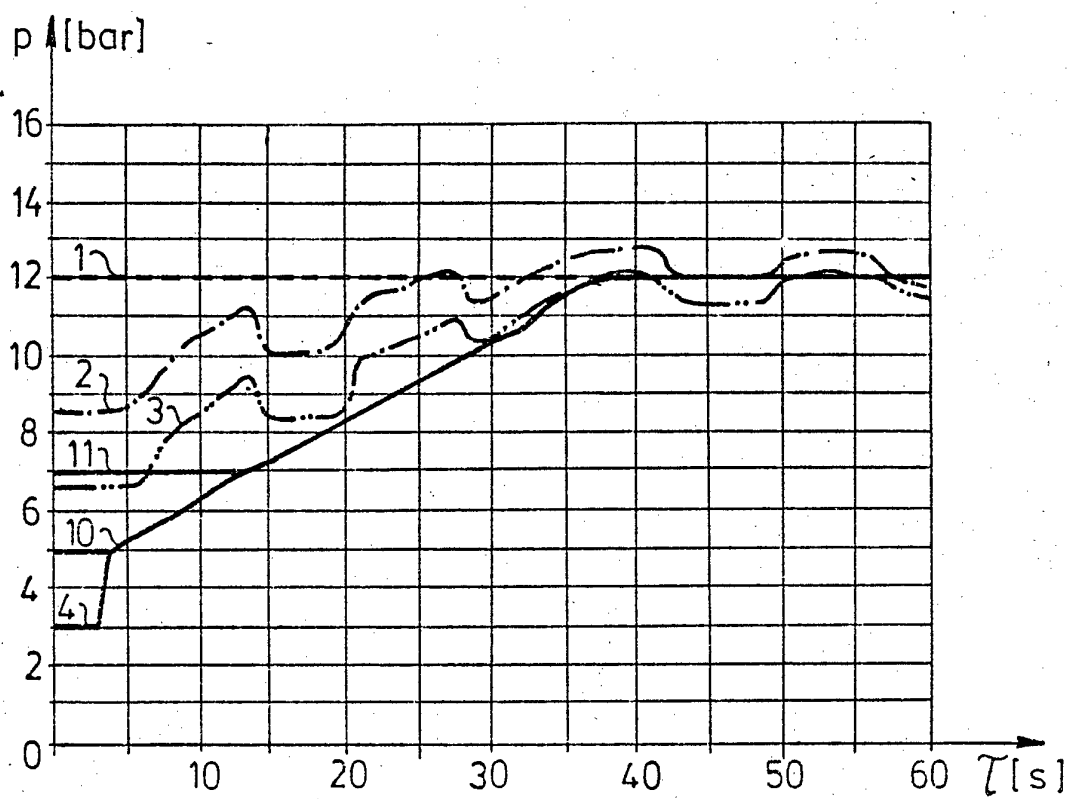


Fig. 4